

THOMSON

DELPHION

RESEARCH

PRODUCTS

INSIDE DELPHION

Log Out Work Files Saved Searches

My Account

Search: Quick/Number Boolean Advanced Derwent

Help

Derwent Record

View: [Expand Details](#) Go to: [Delphion Integrated View](#)[Email this to a friend](#)

Derwent Title: **Trench capacitor used in the production of integrated circuits or chips comprises a trench formed in a substrate, an insulating collar, a trenched sink, a dielectric layer and a conducting trench filling**

Original Title: ☒ **DE19947053C1: Grabenkondensator zu Ladungsspeicherung und Verfahren zu seiner Herstellung**

Assignee: **INFINEON TECHNOLOGIES AG** Standard company
Other publications from **INFINEON TECHNOLOGIES AG (INFN)**...

Inventor: **DRESCHER D; KARCHER W; MARTIN S; SCHREMS M; WURZER H;**

Accession/Update: **2001-301290 / 200457**

IPC Code: **H01L 27/108 ; H01L 21/8242 ; H01L 29/76 ; H01L 29/94 ; H01L 31/119 ;**

Derwent Classes: **L03; U11; U12; U13; U14;**

Manual Codes: **L04-C07E**(Groove formation, dicing) , **L04-C10**(Conductive layers - general) , **L04-C12**(Insulating and passivating layers - general) , **L04-C12A**(Oxide layers) , **L04-C14A**(Capacitive elements) , **U11-C05G1B**(Capacitor mfr.) , **U12-C02**(Capacitors) , **U13-C04B1A**(Dynamic RAM) , **U13-D01B**(Integrated circuit structure with diodes, passive components) , **U13-D03A**(FET in combination with diodes and/or capacitors and/or resistors) , **U14-A03B4**(Memories with capacitor store)

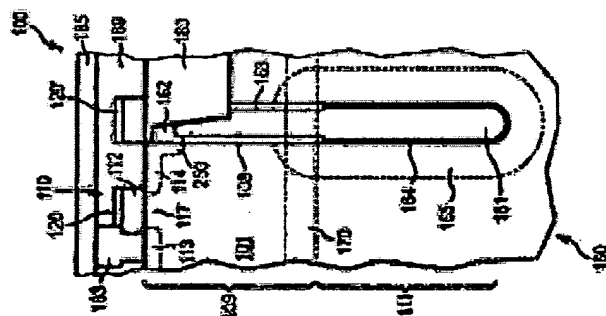
Derwent Abstract: (DE19947053C) **Novelty** - Trench capacitor comprises: trench (108) having an upper region (109) and a lower region (111) formed in substrate (101); insulating collar (168) formed in upper region of trench; trenched sink (170) formed in the substrate and partially penetrating lower region of trench; a dielectric layer (164) made of tungsten oxide as capacitor dielectric; and a conducting trench filling (161) in the trench.

Detailed Description - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a process for the production of the trench capacitor. Preferred Features: The conducting trench filling is made of a tungsten-containing material. A barrier layer made of silicon oxide, oxynitride, tungsten nitride, titanium nitride or tantalum nitride is arranged between the dielectric layer and the substrate.

Use - Trench capacitor is used in the production of integrated circuits or chips.

Advantage - The capacitor has a high storage capacity.

Images:



Description of Drawing(s) - The drawing shows a cross-section through the capacitor. Substrate 101, Trench 108, Upper region 109, Lower region 111, Trench filling 161, Dielectric layer

164, Insulating collar 168, Trenched sink 170 [Dwg.1/9](#)

Family: PDF Patent Pub. Date Derwent Update Pages Language IPC Code
☒ [DE19947053C1](#) * 2001-05-23 200132 17 German H01L 27/108

Local appls.: DE1999001047053 Filed:1999-09-30 (99DE-1047053)

☒ [US6781180](#) = 2004-08-24 200457 17 English H01L 27/108

Local appls.: [US2000000677545](#) Filed:2000-10-02 (2000US-0677545)

INPADOC [Show legal status actions](#)
 Legal Status:

First Claim: [Show all claims](#) 1. Grabenkondensator:

- – mit einem Graben (108), der in einem Substrat (101) gebildet ist und einen oberen Bereich (109) und einen unteren Bereich (111) aufweist;
- – mit einem Isolationskragen (168), der in dem oberen Bereich (109) des Grabens (108) gebildet ist;
- – mit einer vergrabenen Wanne (170), die in dem Substrat (101) gebildet ist und die von dem unteren Bereich (111) des Grabens (108) zumindest teilweise durchsetzt ist;
- – mit einer dielektrischen Schicht (164) als Kondensatordielektrikum, zur Verkleidung des unteren Bereichs (111) des Grabens (108) und
- – mit einer leitenden Grabenfüllung (161), welche in den Graben (108) gefüllt ist, bei dem
- – die dielektrische Schicht (164) aus Wolframoxid gebildet ist.

Priority Number:

Application Number	Filed	Original Title
DE1999001047053	1999-09-30	

Title Terms: TRENCH CAPACITOR PRODUCE INTEGRATE CIRCUIT CHIP COMPRISE TRENCH FORMING
 SUBSTRATE INSULATE COLLAR TRENCH SINK DIELECTRIC LAYER CONDUCTING TRENCH
 FILL

[Pricing](#) [Current charges](#)

Derwent Searches: [Boolean](#) | [Accession/Number](#) | [Advanced](#)

Data copyright Thomson Derwent 2003

Copyright © 1997-2004
 The Thomson Corporation

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 199 47 053 C 1

⑤ Int. Cl. 7:
H 01 L 27/108
H 01 L 21/8242

②① Aktenzeichen: 199 47 053.7-33
②② Anmeldetag: 30. 9. 1999
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 5. 2001

DE 199 47 053 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

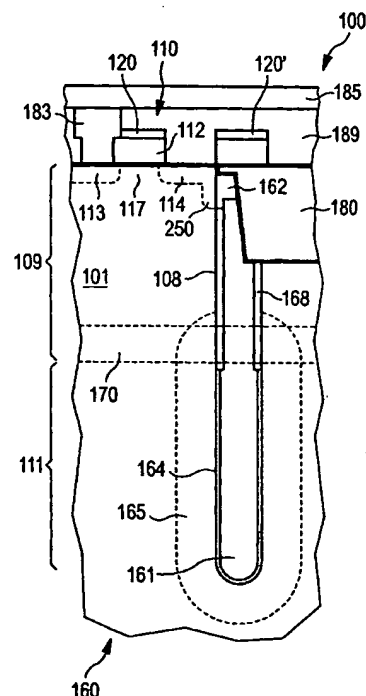
⑦③ Patentinhaber:
Infineon Technologies AG, 81669 München, DE
⑦④ Vertreter:
Epping, Hermann & Fischer GbR, 80339 München

⑦② Erfinder:
Schrems, Martin, Dr., 01465 Langebrück, DE;
Drescher, Dirk, Dr., 01465 Langebrück, DE; Wurzer,
Helmut, Dr., 01109 Dresden, DE; Karcher, Wolfram,
01474 Schönfeld-Weißig, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US 51 89 503

⑤④ Grabenkondensator zu Ladungsspeicherung und Verfahren zu seiner Herstellung

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung umfaßt einen Grabenkondensator (16) zur Verwendung in einer Halbleiter-Speicherzelle (100). Der Grabenkondensator (160) ist in einem Substrat (101) gebildet und besteht aus einem Graben (108) mit einem oberen Bereich (109) und einem unteren Bereich (111); einem Isolationskragen (168), der in dem oberen Bereich (109) des Grabens (108) gebildet ist; einer vergrabenen Wanne (170), die von dem unteren Bereich (111) des Grabens (108) durchsetzt ist; einer dielektrischen Schicht (164) als Kondensator-Dielektrikum, die aus Wolframoxid gebildet ist; einer leitenden Grabenfüllung (161), welche in den Graben (108) gefüllt ist und aus Silizium oder einem wolframhaltigen Material wie Wolfram, Wolframsilizid oder Wolframnitrid gebildet ist.



DE 199 47 053 C 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Grabenkondensator und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

Integrierte Schaltungen (ICs) oder Chips enthalten Kondensatoren zum Zwecke der Ladungsspeicherung, wie zum Beispiel ein dynamischer Schreib-/Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff (DRAM). Der Ladungszustand in dem Kondensator repräsentiert dabei ein Datenbit.

Zur Erhaltung beziehungsweise Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ist es notwendig, die Kosten, die zur Realisierung einer bestimmten elektronischen Funktion aufzuwenden sind, ständig zu senken und somit die Produktivität kontinuierlich zu steigern. Die stetige Produktivitätssteigerung wird durch fortschreitende Strukturverkleinerung erreicht. Dazu ist es erforderlich eine immer größere Anzahl von Funktionen auf derselben Chipfläche zu realisieren. Damit einher geht eine kontinuierliche Verkleinerung der Einzelfunktionen auf dem Chip, so daß auch die zur Ladungsspeicherung verwendeten Kondensatoren einer stetigen Reduzierung ihrer Abmessungen unterliegen.

Die fortschreitende Strukturverkleinerung der Kondensatoren bringt es jedoch mit sich, daß die Kapazität der Kondensatoren abnimmt. Eine Reihe von Anwendungen, wie zum Beispiel DRAM-Speicher, benötigen eine Mindestspeicherkapazität der Speicherkondensatoren. Daher ist es erforderlich, die Speicherkapazität der Speicherkondensatoren trotz reduzierter Strukturmaße zu erhalten oder sogar zu steigern. Wird, wie heute allgemein üblich, Siliziumoxid als Kondensator-Dielektrikum verwendet, so müßte die Schichtdicke des Speicherdielektrikums bei zukünftigen Technologien auf wenige Atomlagen reduziert werden. Es ist jedoch sehr schwierig, derartig dünne Siliziumoxidschichten mit ausreichender Genauigkeit und reproduzierbar herzustellen, denn die Schwankung der Schichtdicke um eine Atomlage bedeutet eine Schwankung um mehr als 10%. Darüberhinaus ist es sehr schwierig, die Leckströme zwischen zwei Kondensatorelektroden, die durch ein wenige Atomlagen dickes Speicherdielektrikum getrennt sind, ausreichend zu unterdrücken, da durch den Effekt des quantenmechanischen Tunnelns die Ladungsträger, die durch das dünne Speicherdielektrikum erzeugte Potentialbarriere durchtunneln können.

Aus dem Stand der Technik sind bereits Kondensatoren bekannt, bei denen die Speicherkapazität mit Materialien wie Tantalexid (TaO_2) mit einem $\epsilon_r = 20$, sowie Barium-Strontium-Titanat (BST, $(\text{Ba}, \text{Sr}) \text{TiO}_3$) mit einem ϵ_r bis 1000 oder Blei-Zirkonat-Titanat (PZT, $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti}) \text{O}_3$) erhöht ist. Allerdings sind für die Verwendung von BST-, PZT- oder SBT-Schichten komplizierte und aufwendige Abscheideverfahren, sowie schwierig zu prozessierende Barrierenschichten aus Platin (Pt), Ruthenium (Ru) oder Rutheniumoxid (RuO_2) notwendig.

Die Vergrößerung der Dielektrizitätskonstante ϵ_r durch die Verwendung von TaO_2 ($\epsilon_r = 20$), ist im Vergleich zu NO oder ONO-Schichten, die bereits eine Dielektrizitätskonstante von $\epsilon_r = 6$ bis 8 aufweisen, relativ gering. Bei der Verwendung von BST, PZT oder SBT liegt die Dielektrizitätskonstante zwar wesentlich darüber, allerdings wird die Kapazität der Kondensatoren durch die notwendigen Barriereschichten zu Silizium- und Polysiliziumschichten, die als Elektroden dienen, beschränkt.

Bei BST, PZT und SBT hat sich herausgestellt, daß diese Materialien zu den chemisch nur schwer oder nicht ätzbaren Materialien gehören, bei denen der Ätzabtrag, auch bei der Verwendung reaktiver Gase, überwiegend oder fast ausschließlich auf dem physikalischen Anteil der Ätzung beruht. Wegen der geringen oder fehlenden chemischen Kom-

ponente der Ätzung, liegt der Ätzabtrag der zu strukturierenden Schicht in derselben Größenordnung, wie der Ätzabtrag der Maske beziehungsweise der Unterlage (Ätzstopp). Daher ist die Ätzselektivität zur Ätzmaske beziehungsweise zur Unterlage im allgemeinen klein, was zur Folge hat, daß durch die Erosion von Masken mit geneigten Flanken und die unvermeidliche Facettenbildung (Abschrägung, Tapiierung) auf den Masken nur eine geringe Maßhaltigkeit der Strukturierung gewährleistet werden kann. Die Facettenbildung schränkt somit die kleinsten bei der Strukturierung erzielbaren Strukturgrößen, sowie die erzielbare Steilheit der Profilflanken bei den zu strukturierenden Schichten ein.

Bedingt durch eine mangelnde thermische Stabilität können BST-Schichten darüberhinaus nicht für Prozesse verwendet werden, die Hochtemperaturschritte nach der Bildung der BST-Schicht vorsehen, wie dies zum Beispiel bei der Herstellung von DRAM-Speichern mit Deep-Trench-Kondensatoren der Fall ist.

In der US 5 189 503 ist ein integrierter Kondensator gezeigt, dessen dielektrische Schicht Wolframoxid umfaßt. Der Kondensator ist als sogenannter Stacked Capacitor auf dem Halbleitersubstrat angeordnet.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, einen Grabenkondensator zu schaffen, der eine hohe Speicherkapazität im Verhältnis zu seinen geometrischen Abmessungen aufweist und eine ausreichende Temperaturstabilität für Prozessschritte aufweist, die nach seiner Bildung durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß wird dieser Aufgabe durch den in Anspruch 1 angegebenen Grabenkondensator gelöst. Weiterhin wird die gestellte Aufgabe durch das in Anspruch 7 angegebene Verfahren gelöst.

Bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht in der Verwendung von Wolframoxid (WOx) als Kondensatordielektrikum. Da Wolframoxid Dielektrizitätskonstanten ϵ_r größer als 50 und auch größer als 300 aufweist, wird die Kapazität des Grabenkondensators unter Beibehaltung der geometrischen Abmessungen um annähernd 2 Größenordnungen (Faktor 100) gesteigert, wenn Wolframoxid anstelle von Siliziumoxid verwendet wird. Der erfindungsgemäße Grabenkondensator besitzt darüberhinaus den Vorteil, daß die in der Halbleitertechnik eingesetzten Anlagen ebenfalls für die Erzeugung von Wolframoxidschichten eingesetzt werden können. Speziell angepaßte und damit teure Anlagen, wie sie für die Herstellung von BST, PZT oder SBT-Schichten erforderlich sind, müssen nicht verwendet werden. Das zur Erzeugung von Wolframoxidschichten eingesetzte Wolfram diffundiert nur sehr wenig in Silizium, so daß sich bei dem erfindungsgemäßen Grabenkondensator ein geringeres Kontaminationsrisiko ergibt. Die Anwendung von Wolframoxid als Kondensatordielektrikum ist jedoch nicht auf die Siliziumtechnologie beschränkt, sondern kann auch in Zusammenhang mit anderen Halbleitern wie beispielsweise Galliumarsenid (GaAs) verwendet werden. Auch außerhalb der Halbleitertechnologie kann Wolframoxid als Kondensatordielektrikum eingesetzt werden, wie zum Beispiel in diskreten Bauelementen für die Niederspannungs- und Hochspannungstechnik. Weiterhin besitzt Wolframoxid eine ausgesprochen gute Temperaturstabilität bis Temperaturen über 1100°C. Dadurch kann Wolframoxid in Speicherzellen mit einem Grabenkondensator als Speicherdielektrikum verwendet werden, bei denen ein Transistor nach der Herstellung des Grabenkondensators gebildet wird, denn die Prozessierung eines Transistors erfordert zum Beispiel Temperaturschritte zum ausheilen von Source- und Drain-Gebieten, die über 1000°C liegen.

Die fortschreitende Strukturverkleinerung hat zudem zur Folge, daß der Schichtwiderstand von Kondensatorelektroden, bedingt durch die abnehmende Schichtdicke, stetig zunimmt. Daher besteht in einer vorteilhaften Ausführung zumindest eine der Kondensatorelektroden aus Wolfram oder einem wolframhaltigen Material. Dadurch wird der Widerstand der Kondensatorelektroden herabgesetzt und die Zeit, die zum Laden und Entladen des Grabenkondensators notwendig ist, in vorteilhafter Weise verkürzt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung besteht das wolframhaltige Material aus Wolframsilizid, Wolframnitril oder aus reinem Wolfram.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung besitzt die dielektrische Schicht, die das Kondensatordielektrikum bildet, eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 50$.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist eine Barrierschicht aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Oxinitrid, Wolframnitril, Titanitrid oder Tantalnitrid gebildet, die sich zwischen der Wolframoxidschicht, die das Kondensatordielektrikum bildet, und der vergrabenen Platte des Kondensators, die aus dotiertem Silizium besteht, befindet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindung befindet sich in dem Graben zusätzlich ein vertikaler Transistor, der als Auswahltransistor für die Speicherzelle dient.

In einer vorteilhaften Ausprägung des Herstellungsverfahrens wird die dielektrische Schicht durch Abscheiden einer wolframhaltigen Schicht gebildet, die anschließend in sauerstoffhaltiger Atmosphäre thermisch oxidiert wird.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Oxidation der wolframhaltigen Schicht bei 200° bis 600°C in Sauerstoff-, Wasser-, N_2O und/oder NO -haltiger Atmosphäre durchgeführt.

Eine weitere vorteilhafte Ausprägung des Herstellungsverfahrens bildet die dielektrische Schicht durch reaktives Aufstäuben (reaktives Sputtern) von Wolfram in sauerstoffhaltiger Atmosphäre. Dabei wird Wolfram zu Wolframoxid umgewandelt, bevor die dielektrische Schicht gebildet wird.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens führt eine Wärmebehandlung der dielektrischen Schicht 2 bei Temperaturen zwischen 550° bis 1100°C durch, so daß die dielektrische Schicht, die aus Wolframoxid besteht, eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 50$ herausbildet.

In einem weiteren vorteilhaften Herstellungsverfahren wird das wolframhaltige Material, aus dem die leitende Grabenfüllung besteht oder eine wolframhaltige Schicht gebildet ist, mit einem CVD-Verfahren hergestellt. Darüberhinaus kann es sich bei dem CVD-Verfahren um eine selektive CVD-Abscheidung handeln, bei der Wolfram selektiv gegenüber Siliziumoxid und Siliziumnitrid auf Silizium abgeschieden wird. Die selektive CVD-Abscheidung kann zum Beispiel mit Wolframhexafluorid (WF_6) als Ausgangsmaterial bei 200° bis 600°C durchgeführt werden.

Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und nachfolgend näher erläutert.

In den Figuren zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 5 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabenkondensators nach einer der Fig. 1 bis 4;

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 1 oder 4;

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 2;

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 3.

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 3.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente.

Mit Bezug auf Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die dargestellte Speicherzelle 100 besteht aus einem Grabenkondensator 160 und einem Transistor 110. Der Grabenkondensator 160 wird in einem Substrat 101 gebildet. In dem Substrat 101 ist eine vergrabene Wanne 170 eingebracht, die zum Beispiel aus Dotierstoff besteht. Der Grabenkondensator 160 weist einen Graben 108 mit einem oberen Bereich 109 und einem unteren Bereich 111 auf. In dem oberen Bereich 109 des Grabens 108 befindet sich ein Isolationskragen 168. Der untere Bereich des Grabens durchdringt die vergrabene Wanne 170 zumindest teilweise. Um den unteren Bereich 111 des Grabens 108 ist eine vergrabene Platte 165 angeordnet, welche die äußere Kondensatorelektrode bildet. Die vergrabenen Platten 165 der benachbarten Speicherzellen werden durch die vergrabene Wanne 170 elektrisch miteinander verbunden.

Der untere Bereich 111 des Grabens 108 ist mit einer dielektrischen Schicht 164 verkleidet, welche das Speicherdielektrikum des Grabenkondensators 160 bildet. Die dielektrische Schicht 164 besteht in der vorliegenden Erfindung aus Wolframoxid.

Der Graben 108 ist mit einer leitenden Grabenfüllung 161 aufgefüllt, welche die innere Kondensatorelektrode des Grabenkondensators 164 bildet.

Der Transistor 110 besteht aus einem Source-Gebiet 114 und einem Drain-Gebiet 113, welches mit einem randlosen Kontakt 183 verbunden ist. Weiterhin besteht der Transistor 110 aus einem Kanal 117, der durch ein Gate 112 gesteuert wird. Das Gate 112 ist mit einer Wortleitung 120 verbunden. Der randlose Kontakt 183 ist mit einer Bitleitung 185 verbunden, die oberhalb einer dielektrischen Schicht 189 verläuft.

Oberhalb der leitenden Grabenfüllung 161 befindet sich eine leitende vergrabene Brücke 162, die mit Hilfe eines vergrabenen Kontaktes 250 mit dem Source-Gebiet 114 des Transistors 110 verbunden ist.

Oberhalb einer Grabenisolierung 180 verläuft in dieser Variante eine passierende Wortleitung 120' (Passing Word Line), die durch die Grabenisolierung 180 von der Grabenfüllung 161 isoliert wird.

In Fig. 2 ist eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung, entsprechend einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 5 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung eines Grabenkondensators nach einer der Fig. 1 bis 4;

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 1 oder 4;

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 2;

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 3.

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform eines Grabenkondensators gemäß der vorliegenden Erfindung zur Herstellung eines Grabenkondensators nach Fig. 3.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente.

Mit Bezug auf Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die dargestellte Speicherzelle 100 besteht aus einem Grabenkondensator 160 und einem Transistor 110. Der Grabenkondensator 160 wird in einem Substrat 101 gebildet. In dem Substrat 101 ist eine vergrabene Wanne 170 eingebracht, die zum Beispiel aus Dotierstoff besteht. Der Grabenkondensator 160 weist einen Graben 108 mit einem oberen Bereich 109 und einem unteren Bereich 111 auf. In dem oberen Bereich 109 des Grabens 108 befindet sich ein Isolationskragen 168. Der untere Bereich des Grabens durchdringt die vergrabene Wanne 170 zumindest teilweise. Um den unteren Bereich 111 des Grabens 108 ist eine vergrabene Platte 165 angeordnet, welche die äußere Kondensatorelektrode bildet. Die vergrabenen Platten 165 der benachbarten Speicherzellen werden durch die vergrabene Wanne 170 elektrisch miteinander verbunden.

mäßen Grabenkondensators 160 gezeigt, die sich von der in Fig. 1 dargestellten Variante dadurch unterscheidet, daß die dielektrische Schicht 164 nicht auf den unteren Bereich 111 des Grabens 108 beschränkt ist, sondern die dielektrische Schicht 164 sich zusätzlich in dem oberen Bereich 109 des Grabens 108 auf dem Isolationskragen 168 befindet.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Grabenkondensators dargestellt. Die in Fig. 3 dargestellte Variante des Grabenkondensators 160 unterscheidet sich von der in Fig. 2 dargestellten Variante durch eine zusätzliche Barrierenschicht 167, die sich in dem Graben 108 zwischen der dielektrischen Schicht 164 und der vergrabenen Platte 165 beziehungsweise zwischen der dielektrischen Schicht 164 und dem Isolationskragen 168 befindet.

In Fig. 3a ist eine Variante des Grabenkondensators 160 aus in Fig. 3 dargestellt. Fig. 3a unterscheidet sich von Fig. 3 durch einen Oxidbereich 167', der für den Fall einer leitenden Barrierenschicht 167 zur Isolation zwischen Leitender Grabenfüllung 161 und Barrierenschicht 167 zwischen dem Isolationskragen 168, der dielektrischen Schicht 164, der Barrierenschicht 167 und der leitenden vergrabenen Brücke 162 angeordnet ist.

In Fig. 4 ist eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Grabenkondensators 160 gezeigt, die sich von der in Fig. 1 gezeigten Variante dadurch unterscheidet, daß in dem Graben 108 oberhalb des Isolationskragens 168 ein vertikaler Transistor 220 angeordnet ist.

Mit Bezug auf Fig. 5 wird ein Substrat 101 zur Herstellung des erfindungsgemäßen Grabenkondensators 160 bereitgestellt. Bei der vorliegenden Variante besteht das Substrat 101 aus Silizium und ist leicht mit p-Typ Dotierstoffen dotiert, wie zum Beispiel Bor. In das Substrat 101 wird in geeigneter Tiefe eine n-dotierte vergrabene Wanne 170 gebildet. Zur Dotierung der vergrabenen Wanne 170 kann Phosphor oder Arsen als Dotierstoff verwendet werden. Die vergrabene Wanne 170 kann zum Beispiel durch Implantation erzeugt werden. Sie dient zur Isolation der p-Wanne von dem Substrat 101 und bildet zusätzlich eine leitende Verbindung zwischen den vergrabenen Platten 165 der benachbarten Grabenkondensatoren. Alternativ kann die vergrabene Wanne 170 durch epitaktisch aufgewachsene, dotierte Siliziumschichten oder durch eine Kombination von Kristallwachstum (Epitaxie) und Implantation gebildet werden. Diese Technik ist in dem US-Patent 5,250,829 von Bronner et al. beschrieben.

Ein Schichtstapel wird auf der Oberfläche des Substrats 101 gebildet und umfaßt beispielsweise eine Unterbau-Oxidschicht 104 und eine Unterbau-Stoppschicht 105, welche als Politur oder Ätzstopp verwendet werden kann und beispielsweise aus Nitrid besteht. Oberhalb der Unterbau-Stoppschicht 105 kann optional eine Hartmaskenschicht 106 vorgesehen werden, welche aus Tetra-Ethyl-Ortho-Silikat (TEOS) oder anderen Materialien, wie zum Beispiel Bor-Silikat-Glas (BSG) bestehen kann. Zusätzlich kann eine Antirefleksionsbeschichtung (ARC) verwendet werden, um die lithographische Auflösung zu verbessern.

Die Hartmaskenschicht 106 wird unter Verwendung üblicher photolithographischer Techniken strukturiert, um einen Bereich 102 zu definieren, in dem Graben 108 zu bilden ist. Anschließend wird die Hartmaskenschicht 106 als Ätzmaske für einen reaktiven Ionenätzschritt verwendet, der den tiefen Graben 108 bildet.

In dem Graben 108 wird eine natürliche Oxidschicht gebildet, die in späteren Ätzschritten als Ätzstopp dient. Anschließend wird der Graben mit einer Isolationskragen-Opferschicht 152 gefüllt, die eine ausreichende Temperaturstabilität bis 1100° C gewährleistet und selektiv gegenüber Nitrid und/oder Oxid entfernbar ist, wie zum Beispiel Polysili-

zium, amorphes Silizium oder andere geeignete Materialien. In dieser Prozeßvariante besteht die Isolationskragen-Opferschicht 152 aus Polysilizium. Die Polysilizium-Opferschicht wird bis zur Unterseite des zu bildenden Isolationskragens 168 in den Graben 108 eingesenkt. Das Entfernen der Opferschicht kann zum Beispiel durch Planarisieren mit chemisch-mechanischen Polieren (CMP) oder chemischem Trockenätzen (CDE) oder einem selektiven Ionenätzen durchgeführt werden. Anschließend wird durch selektives Ionenätzen die Isolationskragen-Opferschicht 152 in den Graben 108 eingesenkt. Die Verwendung einer chemischen Trockenätzung zum Einsenken der Isolationskragen-Opferschicht in den Graben 108 ist ebenfalls möglich.

Anschließend wird eine dielektrische Schicht auf den Wänden abgeschieden, welche den Schichtstapel und die Seitenwände des Grabens 108 in seinem oberen Bereich 109 bedeckt. Die dielektrische Schicht wird zur Bildung des Isolationskragens 168 verwendet und besteht beispielsweise aus Oxid. Anschließend wird die dielektrische Schicht beispielsweise durch reaktives Ionenätzen (RIE) oder mit CDE geätzt, um den Isolationskragen 168 zu bilden. Die chemischen Mittel für das reaktive Ionenätzen werden derart gewählt, daß das Oxid des Isolationskragens 168 selektiv gegenüber dem Polysilizium der Isolationskragen-Opferschicht 152 und dem Nitrid der Hartmaskenschicht 106 geätzt wird.

Anschließend wird die Isolationskragen-Opferschicht 152 aus dem unteren Bereich des Grabens 108 entfernt. Dies wird vorzugsweise durch CDE-Ätzung erreicht, wobei die dünne natürliche Oxidschicht als CDE-Ätzstopp dient. Alternativvermaßen kann eine Naßätzung, beispielsweise unter Verwendung KOH oder HF-NH₃ und CH₃OOH Mischung ebenfalls beim Entfernen der Isolationskragen-Opferschicht 152 verwendet werden. Nach Entfernung der Isolationskragen-Opferschicht 152 wird die dünne natürliche Oxidschicht mittels Ätzdampf entfernt und eine vergrabene Platte 165 mit n-Typ Dotierstoff, wie zum Beispiel Arsen oder Phosphor als äußere Kondensatorelektrode gebildet. Der Isolationskragen 168 dient dabei als Dotiermaske, welche die Dotierung auf den unteren Bereich 111 des Grabens 108 beschränkt. Zur Bildung der vergrabenen Platte 165 kann eine Gasphasendotierung, eine Plasmadotierung oder eine Plasmaimmersionsionenimplantation (PII) verwendet werden. Diese Techniken sind beispielsweise im Ransom et al., J. Electrochemical. SOC., Band 141, Nr. 5 (1994), S. 1378 ff.; US-Patent 5, 344,381 und US-Patent 4,937,205 beschrieben. Eine Ionenimplantation unter Verwendung des Isolationskragens 168 als Dotiermaske ist ebenfalls möglich. Alternativvermaßen kann die vergrabene Platte 165 unter Verwendung eines dotierten Silikatglases, wie zum Beispiel ASG, als Dotierstoffquelle, gebildet werden. Diese Variante ist beispielsweise in Becker et al., J. Electrochemical. SOC., Band 136 (1989), S. 3033 ff. beschrieben. Wird dotiertes Silikatglas zur Dotierung verwendet, so wird es nach der Bildung der vergrabenen Platte 165 entfernt.

Mit Bezug auf Fig. 6 wird eine dielektrische Schicht 164 gebildet, welche aus Wolframoxid besteht. Zur Bildung der Wolframoxidschicht kann zum Beispiel eine Wolframschicht abgeschieden werden, die anschließend oxidiert wird. Zur Abscheidung der Wolframschicht wird zum Beispiel eine selektive Wolframabscheidung verwendet, welche eine Wolframkeimschicht in dem unteren Bereich 111 des Grabens 108 auf den freigelegten Siliziumflächen bildet. Die Wolframkeimschicht kann zum Beispiel mit einem CVD-Prozeß gebildet werden, der WF₆ + SiH₄ bei 500 Pa und 470° C aufwächst. Die Wolframkeimschicht bildet sich selektiv auf den freigelegten Siliziumoberflächen. In einem zweiten Schritt wird die Wolframvolumenschicht aufge-

wachsen, die mit einem CVD-Prozeß mit den Ausgangssubstanzen $WF_6 + H_2$ bei 10^4 Pa und $470^\circ C$ gebildet wird. Die Wolframvolumenschicht wird dabei selektiv auf der Wolframkeimschicht gebildet. Bei einem anschließenden Oxidationsprozeß wird die gebildete Wolframschicht oxidiert und es entsteht eine Wolframoxidschicht, welche die dielektrische Schicht 164 darstellt.

In dem anschließenden Prozeßschritt wird die leitende Grabenfüllung 161 gebildet. Dazu wird zum Beispiel mit einem CVD-Verfahren ein dotiertes, amorphes Silizium in den Graben 108 und auf die Substratoberfläche abgeschieden. Die leitende Grabenfüllung 161 kann auch aus Wolfram, Wolframnitrid oder Wolframsilizid gebildet werden. Wird die leitende Grabenfüllung 161 aus Wolfram gebildet, so kann ein CVD-Prozeß mit den Ausgangsstoffen $WF_6 + H_2$ bei 10^4 Pa und $470^\circ C$ verwendet werden. Zur Herstellung der leitenden Grabenfüllung 161 aus Wolframnitrid kann zum Beispiel eine Wolframschicht mit dem oben genannten Verfahren erzeugt werden, die anschließend thermisch nitridiert wird. Hierbei ist auch die abwechselnd schrittweise Abscheidung dünner Wolframschichten und Nitridierung dieser dünnen Wolframschichten möglich, bis die gesamte leitende Grabenfüllung 161 aus Wolframnitrid gebildet ist. Alternativ ist die Bildung von Wolframnitrid mit einem CVD-Wolframnitridverfahren möglich, welches aus $4WF_6 + N_2 + 12H_2$ das gewünschte $4W_2N + 24(HF)$ bei 350° bis $400^\circ C$ bildet. Wird die leitende Grabenfüllung 161 aus Wolframsilizid gebildet, so kann ein CVD-Verfahren mit den Ausgangsstoffen $WF_6 + SiH_2Cl_2$ verwendet werden.

Mit Bezug auf Fig. 7 wird das Verfahren zur Herstellung eines Grabenkondensators gemäß Fig. 3 beschrieben. Dazu werden die Prozeßschritte wie sie in Zusammenhang mit Fig. 5 erläutert worden sind, durchgeführt. Im Anschluß an das in Fig. 5 gezeigte Prozeßstadium wird die dielektrische Schicht 164 aus Wolframoxid gebildet. Im Unterschied zu dem in Fig. 6 gezeigten Herstellungsverfahren wird in Fig. 7 die dielektrische Schicht nicht nur in dem unteren Bereich 111 des Grabens 108 gebildet, sondern auch in dem oberen Bereich 109 des Grabens 108, in dem sich der Isolationskragen 168 befindet. Zur Bildung der Wolframoxidschicht kann zum Beispiel eine Wolframschicht abgeschieden werden, die anschließend oxidiert wird. Zur Bildung der Wolframschicht wird in diesem Fall keine selektive Wolframabscheidung verwendet, sondern zum Beispiel ein CVD-Wolframabscheidungsprozeß, der die Ausgangsstoffe $WF_6 + H_2$ bei $470^\circ C$ und 10^4 Pa zur Bildung einer Wolframschicht verwendet. Bei einem anschließenden Oxidationsprozeß wird die gebildete Wolframschicht oxidiert und es entsteht eine Wolframoxidschicht, welche die dielektrische Schicht 164 bildet.

In dem anschließenden Prozeßschritt wird die leitenden Grabenfüllung 161 gebildet, wie es in Zusammenhang mit Fig. 6 bereits beschrieben wurde.

Mit Fig. 8 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Grabenkondensators gemäß Fig. 3 dargestellt. Anschließend an das Prozeßstadium aus Fig. 5 wird zunächst eine Barrierenschicht 167 in dem Graben 108 gebildet. Die Barrierenschicht 167 besteht zum Beispiel aus Wolframnitrid. Zur Bildung der Barrierenschicht 167 aus Wolframnitrid kann zum Beispiel eine Wolframschicht in dem Graben 108 abgeschieden werden, die anschließend nitridiert wird. Zur Abscheidung einer Wolframschicht eignen sich die oben genannten CVD-Wolframabscheidungsprozesse. Die abgeschiedene Wolframschicht wird in einem weiteren Prozeßschritt unter Stickstoffatmosphäre nitridiert. Eine weitere Methode, eine Wolframnitridschicht zu erzeugen besteht in der direkten CVD-Abscheidung einer Wolframnitridschicht. Dazu kann zum Beispiel ein CVD-Verfahren mit den Aus-

gangsmaterialien $4WF_6 + N_2 + 12H_2$ bei einer Temperatur von 350° bis $400^\circ C$ verwendet werden. Die Schichtdicke der so erzeugten Wolframnitridschicht kann in einem Bereich von wenigen Nanometern bis hin zu mehreren Mikrometern erzeugt werden. In dem anschließenden Prozeßschritt wird die dielektrische Schicht 164 aus Wolframoxid gebildet. Dazu wird eine Wolframschicht mit einem CVD-Verfahren abgeschieden und in einem anschließenden Oxidationsprozeß in Wolframoxid verwandelt. Eine weitere Methode, die Barrierenschicht 167 und die dielektrische Schicht 164 herzustellen, besteht in der Abscheidung einer Wolframschicht mit Hilfe eines CVD-Wolframabscheidungsverfahrens. Anschließend wird die Wolframschicht thermisch nitridiert, so daß sich die Barrierenschicht 167 bildet. In einem weiteren thermischen Prozeß wird die gebildete Barrierenschicht 167 oxidiert, so daß ein Teil der Barrierenschicht 167 in die dielektrische Schicht 164, welche aus Wolframoxid besteht, umgewandelt wird. Die leitende Grabenfüllung 161 wird wie in Zusammenhang mit Fig. 6 beschrieben gebildet.

Eine Verfahrensvariante, bei der die Barrierenschicht aus einem leitenden Material gebildet wird, wird nun anhand von Fig. 3a beschrieben. Nach der Einsenkung der leitenden Grabenfüllung 161, der dielektrischen Schicht 164 und der Barrierenschicht 167 in den Graben 108 wird eine thermische Oxidation durchgeführt. Dabei wird das leitende Material, aus dem die Barrierenschicht 167 besteht, lokal an seiner freigelegten Oberfläche oxidiert, so daß die isolierende Oxidbereich 167' entsteht. Als Materialien für die leitende Barriere können zum Beispiel Wolframnitrid, Titanitrid und/oder Tantalnitrid verwendet werden, die mit der Oxidation in Wolframoxid, Titanoxid bzw. Tantaloxid umgewandelt werden. Da auch die leitende Grabenfüllung 161 an ihrer Oberfläche oxidiert, wird diese Oxidschicht mittels gepufferter HF oder verdünnter HF selektiv zu dem Oxidbereich 167' entfernt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 9 dargestellt. In dieser Anordnung befindet sich zwischen der dielektrischen Schicht 164 und der leitenden Grabenfüllung 161 eine weitere Barrierenschicht 167". Die weitere Barrierenschicht 167" bildet eine kontrollierte Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 164 und der leitenden Grabenfüllung 161, wodurch die Bildung von kleinen Löchern (wormholes) in der Grenzfläche verhindert wird. Darüber hinaus wird die effektive Dielektrizitätskonstante des Grabenkondensators vergrößert, da die weitere Barrierenschicht 167" wohldefiniert und kontrollierte ausgebildet wird. Zusätzlich verhindert die weitere Barrierenschicht 167" die Diffusion von Material und damit die Vermischung von leitender Grabenfüllung 161 und dielektrischer Schicht 164. Die weitere Barrierenschicht 167" kann beispielsweise aus Siliziumnitrid, Siliziumoxid oder Siliziumoxynitrid gebildet werden. Darüber hinaus können auch leitende Materialien wie Wolframnitrid und/oder Titanitrid zur Bildung der weiteren Barrierenschicht 167" verwendet werden.

Ein Verfahren zur Herstellung der weiteren Barrierenschicht 167" bildet die weitere Barrierenschicht nach der Bildung der dielektrischen Schicht 164. Dazu wird in einem CVD-Prozeß beispielsweise eine Siliziumschicht abgeschieden und reoxidiert und/oder renitridiert. Eine andere Verfahrensvariante sieht die CVD-Abscheidung einer Metallschicht aus Titan, oder Wolfram vor. Anschließend wird die Metallschicht mit einem Temperaturschritt in stickstoffhaltiger Atmosphäre nitridiert.

Bezugszeichenliste

100 Speicherzelle

101 Substrat	
102 Grenzflächenschicht	
104 Unterbau-Oxidschicht	
105 Unterbau-Stoppschicht	
106 Hartmaskenschicht	5
107 Unterbaustapel	
108 Graben	
109 oberer Bereich des Grabens	
110 Transistor	10
111 unterer Bereich des Grabens	
112 Gate	
113 Drain-Gebiet	
114 Source-Gebiet	
115 untere Begrenzung des Source-Gebiets 114	
117 Kanal des Transistors	15
120 Wortleitung	
120' passierende Wortleitung	
125 Kondensatordiffusionsbereich	
151 natürliche Oxidschicht	
152 Isolationskragen-Opferschicht	20
160 Grabenkondensator	
161 leitende Grabenfüllung als innere Kondensatorelektrode	
162 leitende vergrabene Brücke	
164 dielektrische Schicht	25
165 vergrabene Platte	
166 leitendes Material	
167 Barrierenschicht	
167' Oxidbereich	
167" weitere Barrierenschicht	30
168 Isolationskragen	
169 wolframhaltige Schicht	
170 vergrabene Wanne	
180 Isolationsgraben (STI)	
181 Isolationsbereich der Isolationsgraben	35
182 Unterkante	
183 randloser Kontakt zur Bitleitung	
185 Bitleitung	
189 dielektrische Schicht	
200 erste Grenzfläche	40
201 zweite Grenzfläche	
220 vertikaler Transistor	
250 vergrabener Kontakt	
251 ungenutzter vergrabener Kontakt	
310 leitende Schicht als äußere Kondensatorelektrode	45
311 oberer Bereich der leitenden Schicht 310	
320 vergrabener Isolationssteg	
321 isolierende Schicht	
330 vergrabene Opferschicht	
340 Isolationsschicht	50
350 Source-Drain-Gebiet	
360 Gate-Oxid	
370 Gate-Material	
400 Substratoberfläche	
410 seitlicher Isolationssteg	55
420 leitende Kontaktschicht	
430 Grabendeckeldielektrikum	
435 Isolationsgrabenverkleidung	
436 Isolationsgrabenzwischen-schicht	
440 Isolationsgrabenfüllung	60
445 Opfer-Gate-Oxid	
500 Grabenfüllungsbreite	
501 Bereich des Grabens	
510 Antirefleksionsbeschichtung	
520 Photolackschicht	65

Patentansprüche

1. Grabenkondensator:
 - mit einem Graben (108), der in einem Substrat (101) gebildet ist und einen oberen Bereich (109) und einen unteren Bereich (111) aufweist;
 - mit einem Isolationskragen (168), der in dem oberen Bereich (109) des Grabens (108) gebildet ist;
 - mit einer vergrabenen Wanne (170), die in dem Substrat (101) gebildet ist und die von dem unteren Bereich (111) des Grabens (108) zumindest teilweise durchsetzt ist;
 - mit einer dielektrischen Schicht (164) als Kondensatordielektrikum, zur Verkleidung des unteren Bereichs (111) des Grabens (108) und
 - mit einer leitenden Grabenfüllung (161), welche in den Graben (108) gefüllt ist, bei dem
 - die dielektrische Schicht (164) aus Wolframoxid gebildet ist.
2. Grabenkondensator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die leitende Grabenfüllung (161) aus einem wolframhaltigen Material besteht.
3. Grabenkondensator nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (164) ein $\epsilon_r > 50$ aufweist.
4. Grabenkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Barrierenschicht (167) zwischen der dielektrischen Schicht (164) und dem Substrat (101) angeordnet ist.
5. Grabenkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Barrierenschicht (167") zwischen der dielektrischen Schicht (164) und der leitenden Grabenfüllung (161) angeordnet ist.
6. Grabenkondensator nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Barrierenschicht (167) und/oder die weitere Barrierenschicht (167") aus Siliziumoxid, Siliziumnitrid, Oxynitrid, Wolframnitridd, Titannitrid oder Tantalnitrid gebildet ist.
7. Verfahren zur Herstellung eines Grabenkondensators mit den Schritten:
 - Einbringen einer Wanne (170) in ein Substrat (101);
 - Bilden eines Grabens (108) bestehend aus einem oberen Bereich (109) und einem unteren Bereich (111) in dem Substrat (101);
 - Bilden eines Isolationskragens (168) in dem oberen Bereich (109) des Grabens (108)
 - Bilden einer dielektrischen Schicht (164) aus Wolframoxid als Kondensatordielektrikum zur Verkleidung des unteren Bereichs (111) des Grabens (108) und
 - Füllen des Grabens (108) mit einer leitenden Grabenfüllung (161) als innere Kondensatorelektrode.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (164) durch Oxidation einer wolframhaltigen Schicht (169) gebildet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die wolframhaltige Schicht (169) aus Wolframnitridd, Wolframsilizidd oder reinem Wolfram gebildet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Oxidation der wolframhaltigen Schicht (169) bei Temperaturen zwischen 200°C und 600°C in O₂, H₂O, N₂O oder NO-haltiger

Atmosphäre durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (164) durch reaktives Aufstäuben von Wolfram in sauerstoffhaltiger Atmosphäre gebildet wird.

5

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, 1 dadurch gekennzeichnet, daß die dielektrische Schicht (164) bei Temperaturen zwischen 550°C und 1100°C einer Wärmebehandlung unterzogen wird, so daß die dielektrische Schicht (164) eine Dielektrizitätskonstante $\epsilon_r > 50$ erhält.

10

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die leitende Grabenfüllung (161) aus einem wolframhaltigen Material gebildet wird.

15

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10 und 12 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung der wolframhaltigen Schicht (169) ein selektives CVD-Verfahren mit Wolframhexafluorid als eines der Ausgangsmaterialien bei 200° bis 400°C durchgeführt wird.

20

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

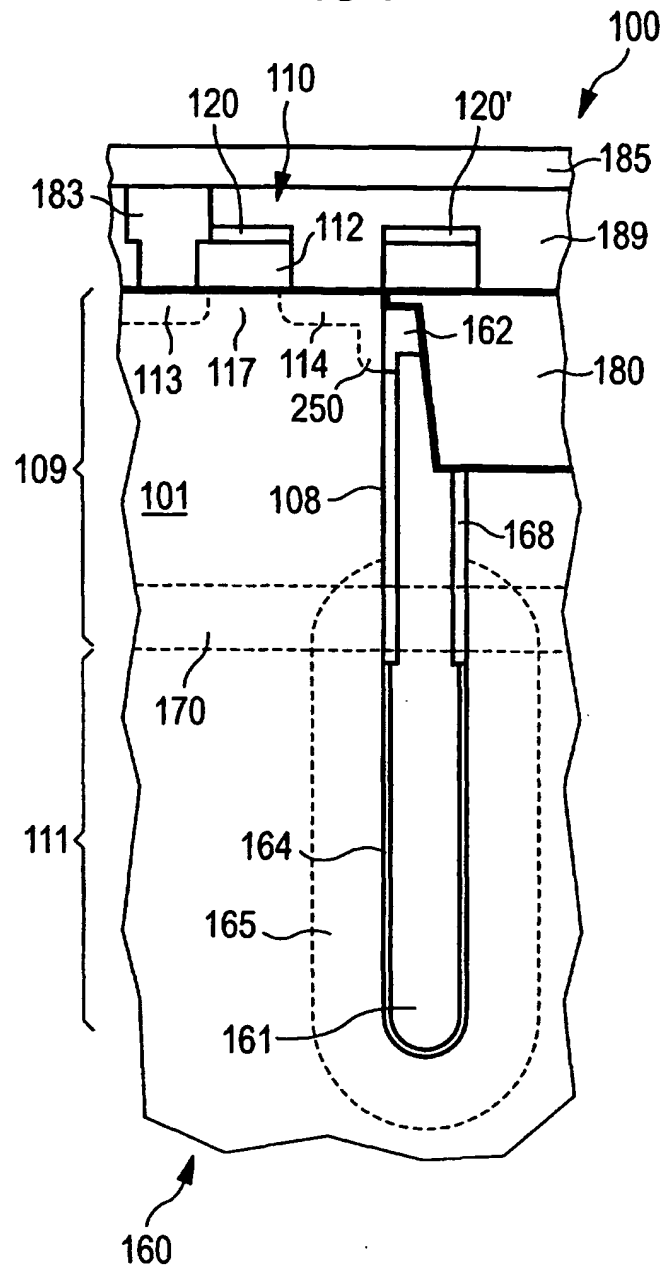


FIG 2

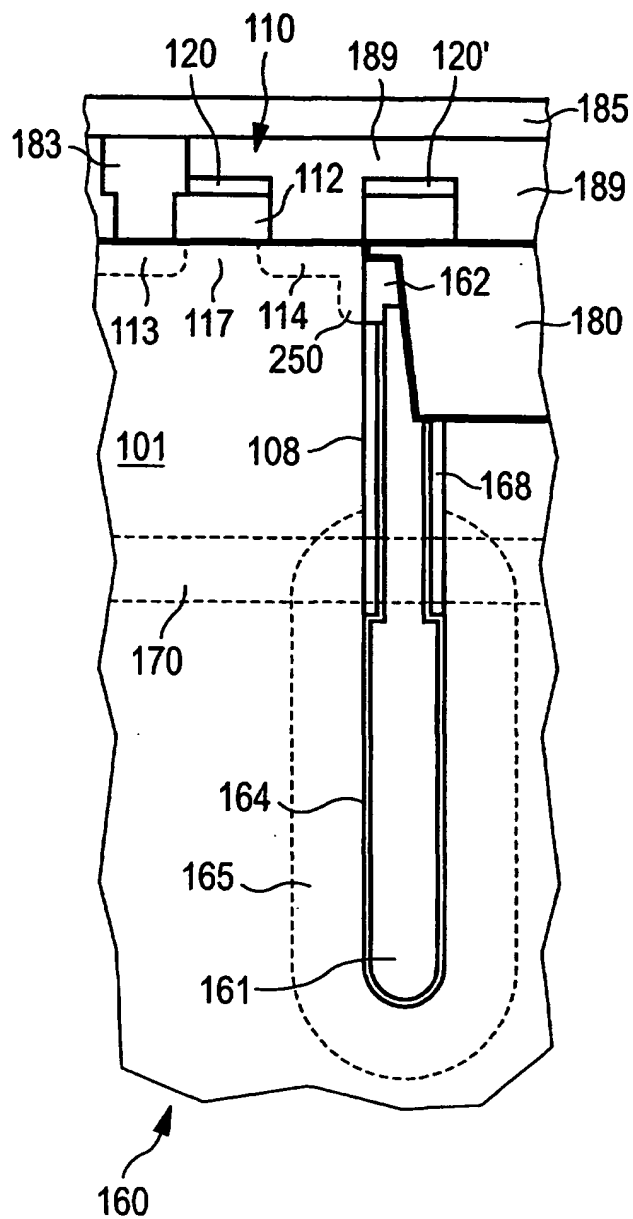


FIG 3

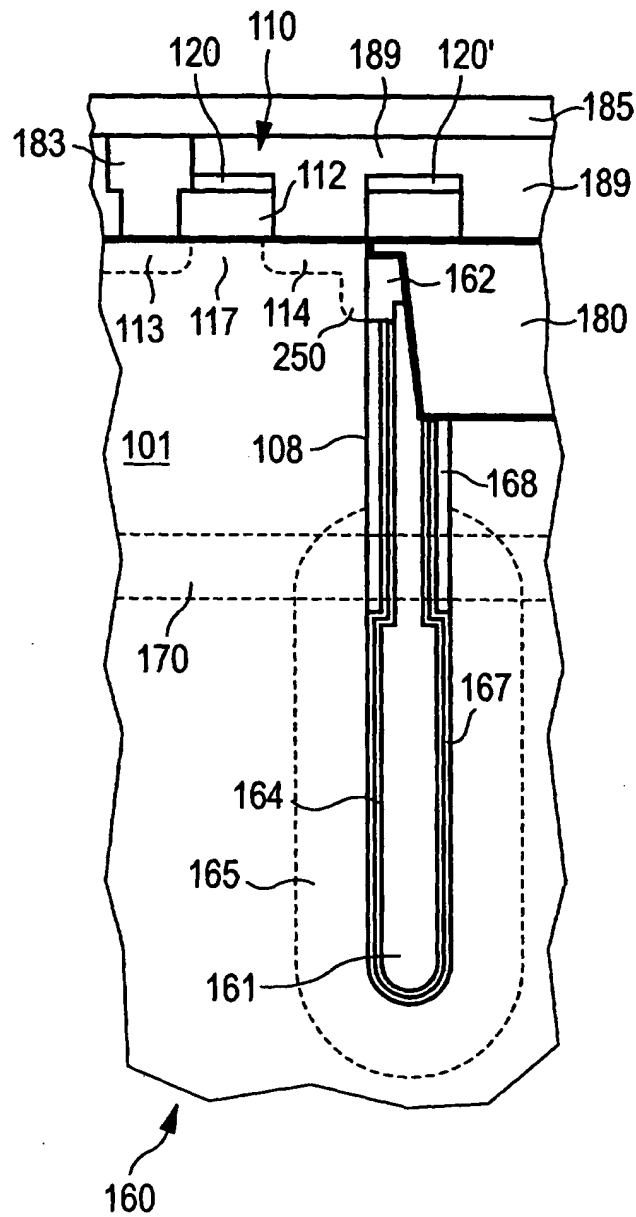


FIG 3A

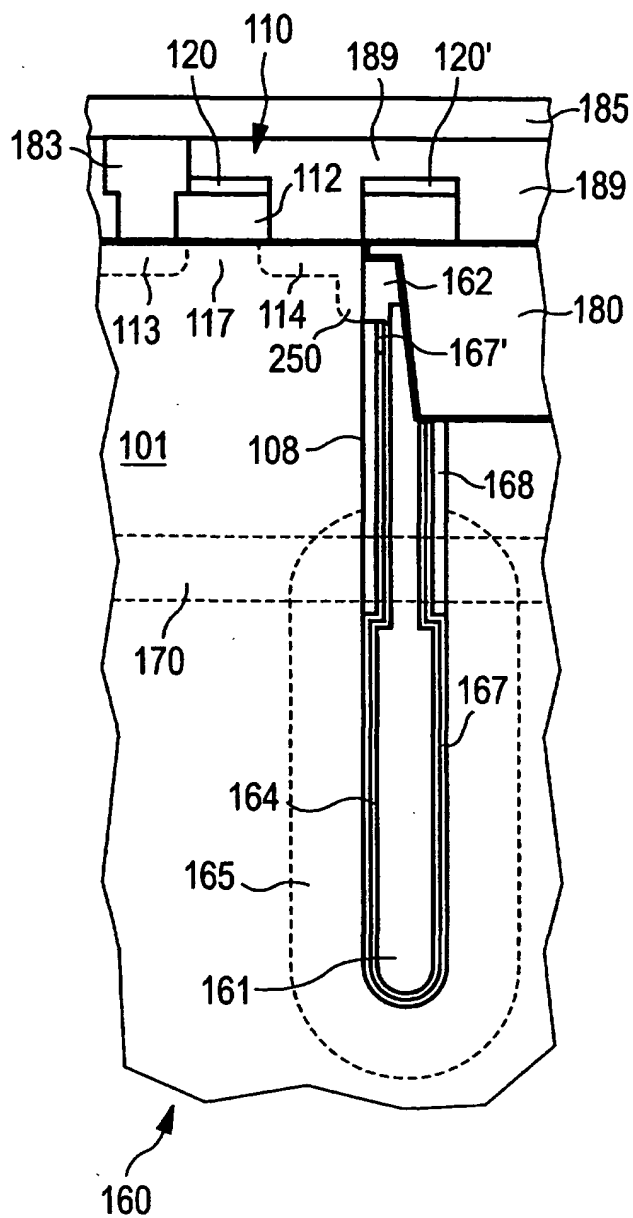


FIG 4

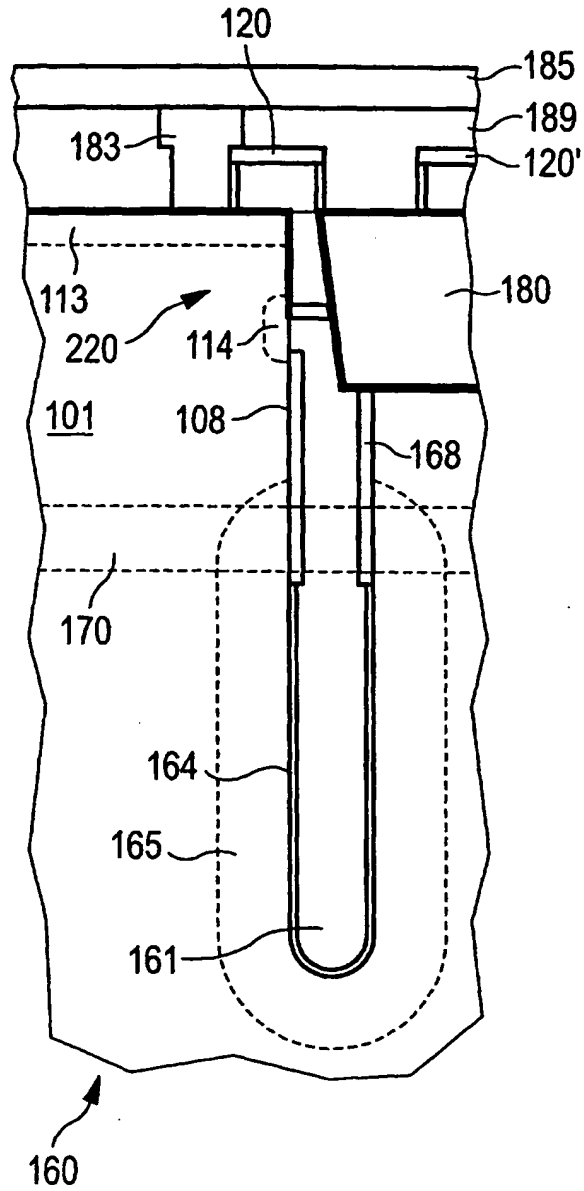


FIG 5

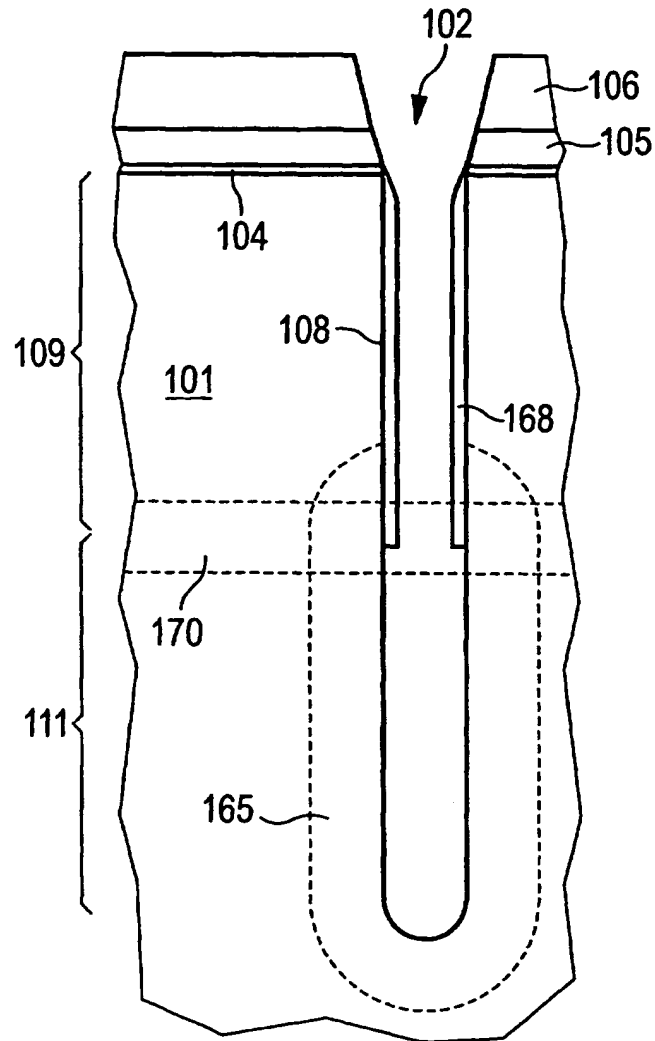


FIG 6

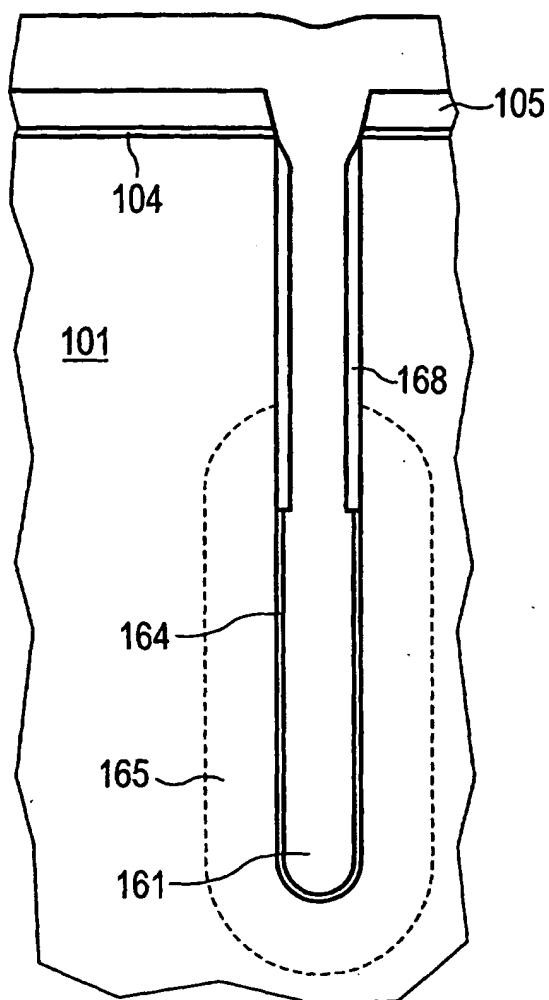


FIG 7

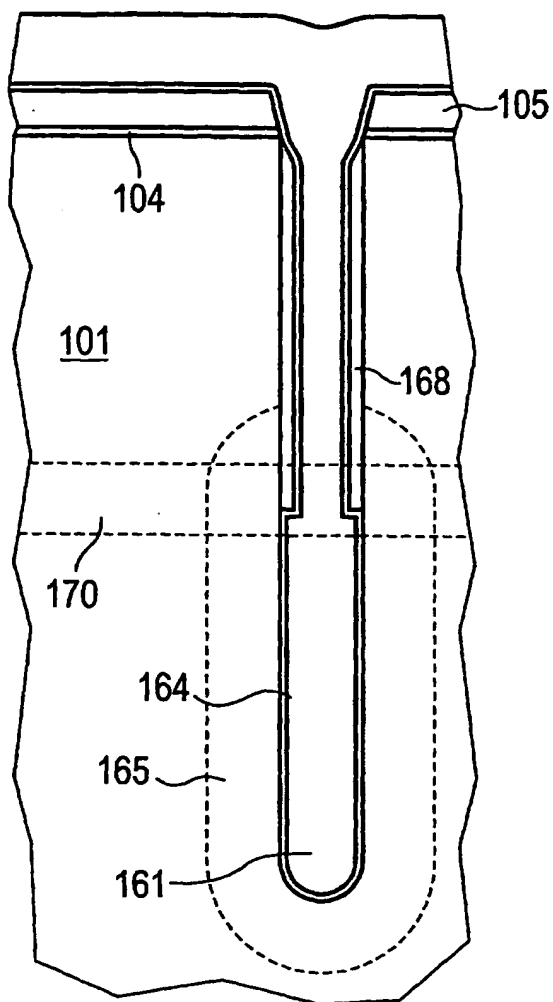


FIG 8

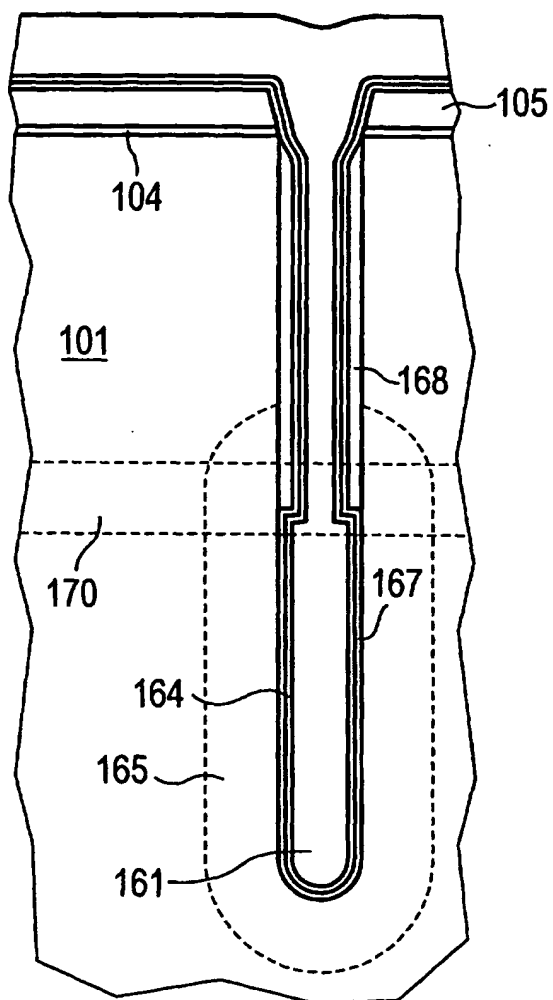


FIG 9

